

# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	12
PREFÁCIO .....	13
CAPÍTULO 1	
PROCESSO TECNOLÓGICO, OPERAÇÕES UNITÁRIAS E BALANÇO DE MASSA .....	14
Introdução .....	14
Processo tecnológico.....	14
Objetivos do processo tecnológico .....	16
Operação unitária .....	16
Balanço de massa .....	19
Eficiência de uma operação ou processo.....	19
Balanço de massa com reação química .....	20
Medidas .....	23
CAPÍTULO 2	
PROPRIEDADES DE MATERIAL GRANULADO.....	25
Introdução .....	25
Caracterização granulométrica.....	26
Grandezas e propriedades derivadas do tamanho das partículas (D).....	28
Material Heterogêneo.....	30
Peneiras.....	30
Peneiras para a classificação de grãos .....	32
Análise granulométrica por peneiras.....	33
Expressão dos resultados granulométricos.....	35
Densidade aparente .....	37

Peso hectolítico.....	38
Volume intergranular.....	38
Densidade aparente de produtos agrícolas.....	40
Ângulo de repouso.....	40
Ângulo de deslizamento.....	42
Pressão em silos de material granulado.....	43
Fluxo de material num silo.....	46
Dureza de um sólido.....	48
Outras propriedades dos sólidos.....	49
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>MANIPULAÇÃO DE SÓLIDOS GRANULADOS.....</b>	<b>50</b>
Introdução.....	50
Capacidade dos equipamentos.....	50
Dispositivos utilizados para a manipulação dos sólidos.....	51
Transportador de correia.....	51
Inclinação da correia.....	52
Velocidade da correia.....	52
Largura de correia e sua capacidade.....	52
Potência demandada por uma esteira.....	54
Transportador vibratório.....	55
Transportador helicoidal.....	57
Transportador por gravidade.....	58
Elevador de canecas.....	61
Transportador pneumático.....	64

## CAPÍTULO 4

<b>PENEIRAMENTO DE GRÃOS</b> .....	67
Peneiramento ou peneiragem.....	67
Dimensionamento das peneiras.....	68
Tipos de peneiras.....	69
Capacidade e eficiência de uma peneira.....	71
Desempenho de uma peneira.....	72
Peneiras na limpeza e classificação de grãos.....	72

## CAPÍTULO 5

<b>ARMAZENAGEM AGRÍCOLA</b> .....	74
Considerações iniciais.....	74
Tipos de armazenagem.....	74
Armazenagem em sacaria.....	75
Altura das pilhas de sacaria.....	76
Dimensionamento de um armazém.....	77
Formação das pilhas de sacarias.....	79
Armazenagem a granel.....	80
Armazém graneleiro.....	80
Ventilação nos silos horizontais.....	81
Silos elevados.....	82
Aeração dos grãos armazenados.....	83
Sistemas de aeração.....	84

## CAPÍTULO 6

<b>PRINCÍPIOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR</b> .....	87
Energia e calor.....	87
Termometria.....	89
Transferência de calor.....	90



Condução.....	91
Radiação .....	92
Convecção .....	95
Trocadores de calor.....	97
<b>CAPÍTULO 7</b>	
<b>COMBUSTÃO E COMBUSTÍVEIS .....</b>	<b>102</b>
Introdução .....	102
Combustíveis .....	102
Combustíveis industriais.....	103
Origem da energia dos combustíveis.....	103
Combustão.....	104
Poder calorífico do combustível.....	105
Determinação do poder calorífico .....	106
Caldeiras.....	108
Tipos de caldeiras .....	110
Equipamentos auxiliares de uma caldeira.....	112
Eficiência de uma caldeira .....	113
Queima do combustível .....	114
Fumaça.....	114
Características dos combustíveis .....	115
Distribuição de vapor.....	118
<b>CAPÍTULO 8</b>	
<b>EVAPORAÇÃO E CRISTALIZAÇÃO .....</b>	<b>120</b>
Introdução .....	120
Princípios da evaporação.....	121
Evolução dos evaporadores.....	122

Elevação do ponto de ebulição durante a evaporação .....	124
Consumo de vapor nos tachos.....	125
Tipos de evaporadores .....	126
Evaporação em múltiplo efeito.....	129
Acessórios de uma evaporação.....	131
Cristalização.....	132
Curva de solubilidade .....	132
Cristalizadores .....	134
<b>CAPÍTULO 9</b>	
<b>SECAGEM – ASPECTOS GERAIS.....</b>	<b>137</b>
Higrometria ou Psicrometria.....	137
Determinação da umidade relativa .....	138
Gráfico psicrométrico ou higrométrico .....	139
Umidade relativa da atmosfera .....	141
Aquecimento do ar.....	141
Umidade de um produto .....	142
Análise da umidade.....	143
<b>CAPÍTULO 10</b>	
<b>SECAGEM – SECADORES .....</b>	<b>147</b>
Secagem.....	147
Objetivos da Secagem.....	147
Umidade de equilíbrio .....	148
Isotermas de umidade de equilíbrio .....	149
Curvas de umidade de equilíbrio de diferentes produtos.....	150
Métodos para a obtenção da isoterma de um produto.....	151
Atividade de água .....	152

Atividade de água e as alterações microbiológicas dos produtos .....	153
Determinação da atividade de água.....	153
Mecanismo de secagem.....	154
Tipos de secadores .....	154
Processo de secagem .....	157
Redução de peso durante a secagem .....	158
Balanço térmico de um secador de ar quente .....	159
Temperatura de secagem.....	160
Secagem com energia solar.....	161
Secagem com ar não aquecido .....	163
Liofilização .....	164
Secagem por atomização ( <i>spray-dryer</i> ).....	165
<b>CAPÍTULO 11</b>	
<b>SEPARAÇÃO SÓLIDO - LÍQUIDO .....</b>	<b>167</b>
Introdução .....	167
Decantação.....	168
Decantador para sólidos grosseiros.....	170
Decantador para sólidos finos .....	171
Dimensionamento de decantadores.....	172
Filtração.....	175
Princípios da filtração.....	177
Tipos de filtros .....	178
Prensagem.....	180
Centrifugação .....	181
Separação por flotação.....	185



## CAPÍTULO 12

<b>REFRIGERAÇÃO</b> .....	<b>186</b>
Introdução .....	186
Princípios da refrigeração.....	187
Substância refrigerante.....	188
O CFC e a camada de ozônio .....	189
Temperatura de refrigeração .....	190
Umidade relativa .....	190
Congelamento .....	191
Outros processos de refrigeração.....	191
Condicionamento de ar.....	192
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....	<b>193</b>